ÉPREUVE COMMUNE DE TIPE 2014 - Partie D

L'effet de serre

Temps de préparation : ………………..…2 h 15 minutes
Temps de présentation devant les examinateurs : …….10 minutes
Dialogue avec les examinateurs : ……………………..10 minutes

GUIDE POUR LE CANDIDAT :

Le dossier ci-joint comporte au total : 13 pages

Guide pour le candidat : 1 page
Document principal (12 pages) : L'effet de serre

Travail **suggéré** au candidat :

Le candidat pourra discuter les changements climatiques et atmosphériques et expliquer en quoi ils sont liés.

CONSEILS GENERAUX POUR LA PREPARATION DE L'EPREUVE :

* Lisez le dossier en entier dans un temps raisonnable.
* Réservez du temps pour préparer l'exposé devant les examinateurs.

- Vous pouvez écrire sur le présent dossier, le surligner, le découper … mais il devra être remis aux examinateurs en fin d'oral.
- En fin de préparation, rassemblez et ordonnez soigneusement TOUS les documents (transparents, *etc.*) dont vous comptez vous servir pendant l'oral, ainsi que le dossier, les transparents et les brouillons utilisés pendant la préparation. En entrant dans la salle d'oral, vous devez être prêt à débuter votre exposé.
- A l'issue de l'épreuve, vous devez remettre au jury le dossier scientifique. Tout ce que vous aurez présenté au jury pourra être retenu en vue de sa destruction.

IL EST INTERDIT DE SORTIR LE SUJET DU SITE DE L'EPREUVE

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

L'effet de serre

note: ces *mots** sont définis dans un lexique en fin de document.

Pendant des millions d'années, l'effet de serre a maintenu la Terre à une température moyenne clémente et contribué favorablement au développement de la vie. La température d'équilibre a atteint environ 15 °C alors que sans cet effet la surface de la Terre subirait une température moyenne glaciale en dessous de -20 °C. L'effet de serre provient de l'absorption par l'atmosphère du rayonnement thermique émis depuis la surface de la Terre. L'effet n'est pas unique à la Terre, Vénus est plus chaude que Mercure (460 °C à comparer à 420 °C) bien que deux fois plus éloignée du Soleil et donc ne recevant qu'un quart de l'*irradiance** solaire reçue par Mercure. Cette haute température d'équilibre sur Vénus est due à la composition particulière de son atmosphère : elle est composée à 96,5 % d'un gaz dit « à effet de serre » très efficace: le gaz carbonique ou CO_2. Le rôle des gaz à effet de serre est connu depuis le XIX^e siècle. D'ailleurs, le chimiste Arrhenius (prix Nobel) suggérait en 1908 de nous épargner à tout jamais une nouvelle ère glaciaire en ajoutant une quantité adéquate de CO_2 pour climatiser la planète et maintenir des températures favorables à une production agricole abondante.

Cependant, cet optimisme utopique, bien loin des réalités chaotiques du climat, contraste avec l'inquiétude grandissante de la communauté scientifique et de l'opinion publique. Aujourd'hui deux constats s'imposent : depuis le début de l'ère industriel et surtout depuis les années 1950, la composition de l'atmosphère et le climat changent à un rythme accéléré. Nous mesurons une élévation de la concentration des gaz à effet de serre ainsi qu'une élévation des températures et des effets géoclimatiques remarquables comme la montée des eaux, la décroissance des volumes de glaces, des tempêtes violentes, *etc.* La question est de savoir s'il existe un lien de cause à effet entre l'élévation de la concentration des gaz à effet de serre ayant une origine *anthropique**, et l'élévation de la température moyenne à la surface de la Terre. Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en charge d'informer les « décideurs » a conclu dans son rapport paru en 2007 que l'essentiel de l'accroissement constaté de la température moyenne de la planète depuis le milieu du XX^e siècle est « très vraisemblablement » dû à l'augmentation observée des gaz à effet de serre émis par l'Homme. L'expression « très vraisemblablement » signifie qu'on ne peut encore émettre de certitude sur cette relation. On exprime plutôt un taux de certitude issu d'un faisceau de données et d'avis d'experts. Le taux de certitude en 2007 était supérieur à 90 %,

contre 66 % en 2001. En 2013, selon le dernier rapport de ce groupe d'experts, le taux de certitude est passé de 90 % à 95 %.

L'effet de serre ?

Joseph Fourier est le découvreur de l'effet de serre, vers 1820. Il décrit son interprétation dans « Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires » (1824) :

> *"La température du sol est augmentée par l'interposition de l'atmosphère parce que la chaleur solaire trouve moins d'obstacles pour pénétrer dans l'air, étant à l'état de lumière, qu'elle n'en trouve pour repasser dans l'air lorsqu'elle est convertie en chaleur obscure."*

La physique n'est alors pas encore suffisamment développée pour identifier la nature de la « chaleur solaire », les « obstacles » et la « chaleur obscure ». La notion d'atome ou de molécule n'est pas encore fondée, ni celle de rayonnement électromagnétique. Une explication moderne doit mettre en avant le bilan thermique de la Terre, la distribution en énergie des rayonnements thermiques du Soleil, de la Terre et du haut de l'atmosphère, et l'absorption du rayonnement par certaines molécules de l'atmosphère.

À l'équilibre thermique d'un système, il y a autant de flux de chaleur incident que de flux sortant. La surface de la Terre est chauffée essentiellement par le rayonnement électromagnétique du Soleil ; l'autre source de chaleur, la géothermie, ne représente que 0,017 % de la contribution provenant du Soleil. Une planète à l'équilibre thermique, comme la Terre, renvoie donc vers l'espace toute la chaleur du Soleil ! La *Figure 1* donne le bilan des échanges dans l'atmosphère et à la surface de la Terre. En haut de l'atmosphère, la puissance surfacique solaire est de 1360 $W.m^{-2}$ pour une surface perpendiculaire aux rayons, ce qui, répartie à la surface de la sphère du globe, et en moyennant sur les cycles diurnes et saisonniers, donne une puissance moyenne d'environ 342 $W.m^{-2}$. À l'équilibre thermique le rayonnement vers l'espace est donc également de 342 $W.m^{-2}$.

L'*albédo** représente approximativement 30 % du flux solaire. Le reste est absorbé dans l'atmosphère ou par la surface du globe et converti en chaleur. En retour la surface transmet à l'atmosphère de la chaleur sous formes thermiques (convection), de chaleur latente (essentiellement la vaporisation de l'eau au-dessus des océans) et sous forme de rayonnements électromagnétiques. Alors que certains rayonnements sont absorbés, d'autres (40 $W.m^{-2}$) passent directement de la surface vers l'espace. Cependant, l'atmosphère émet

vers l'espace le rayonnement thermique (195 $W.m^{-2}$) qui maintient la Terre à sa température d'équilibre.

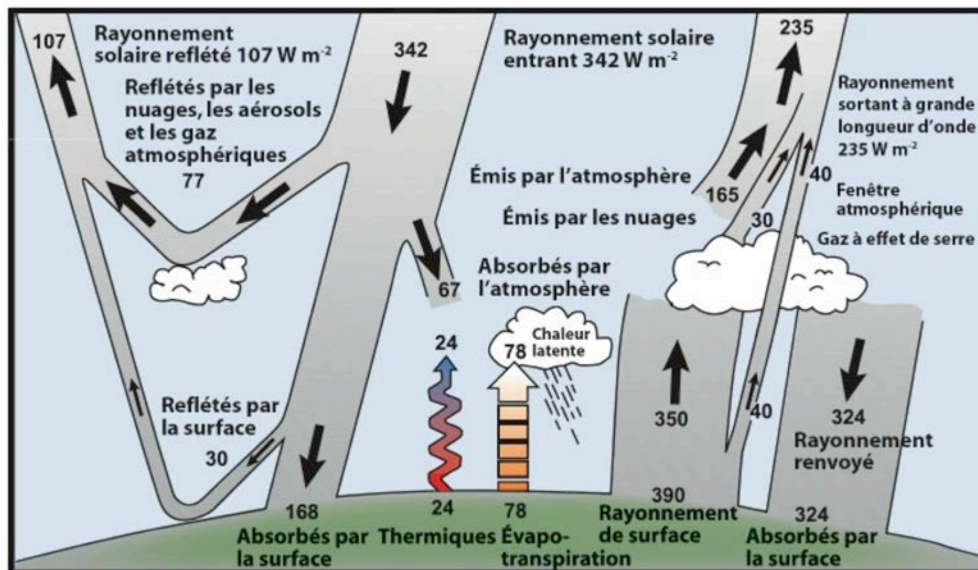


Figure 1 : Bilan des échanges thermiques dans l'atmosphère et à la surface de la Terre en $W.m^{-2}$*. Source : Kiehl et Trenberth (1997).*

La transparence ou l'opacité de l'atmosphère dépendent de l'énergie, ou de la longueur d'onde des rayonnements. Le rayonnement solaire est réparti en énergie, selon une loi universelle qui ne dépend que de la température de surface du corps émetteur, c'est le rayonnement dit du « corps noir ». Le rayonnement de corps noir est de nature électromagnétique. On parle de corps « noir » parce que, parmi les ondes électromagnétiques provenant d'un objet, on ne veut pas inclure ses couleurs intrinsèques, qui proviennent de transitions quantiques bien spécifiques entre différents états d'une molécule ou d'un élément chimique (rouge pour le cuivre, vert pour la chlorophylle, *etc*.). Le rayonnement « de corps noir » inclus seulement le rayonnement électromagnétique qui provient de l'agitation thermique des charges ; ce rayonnement ne dépend que de la température et pas de la nature du corps. Pour les corps très chauds, une grande partie des ondes électromagnétiques se trouve dans le domaine du visible. C'est le cas de la lave en fusion, d'un métal rougit, d'un filament d'ampoule à incandescence « chauffé à blanc », et du Soleil. Pour les corps à température ambiante, il s'agit d'ondes de moindre énergie, ou de plus grande longueur d'onde, dans la gamme des infra-rouges, comme pour les corps vivants (observables la nuit par les détecteurs infra-rouge). La surface de la Terre chauffée par le Soleil émet dans l'infra-rouge. Pour une température T, la répartition en énergie du rayonnement électromagnétique, est donnée par la loi de Planck:

$$L_\lambda = \frac{cst}{\lambda^5}\frac{1}{e^{\frac{hc}{k\lambda T}}-1}$$

où *h* est la constante de Planck, *k* la constante de Boltzmann, *c* la vitesse de la lumière et λ la longueur d'onde de l'onde émise, *cst* est une constante. La *Figure 2* donne deux représentations de cette fonction pour le Soleil et la Terre.

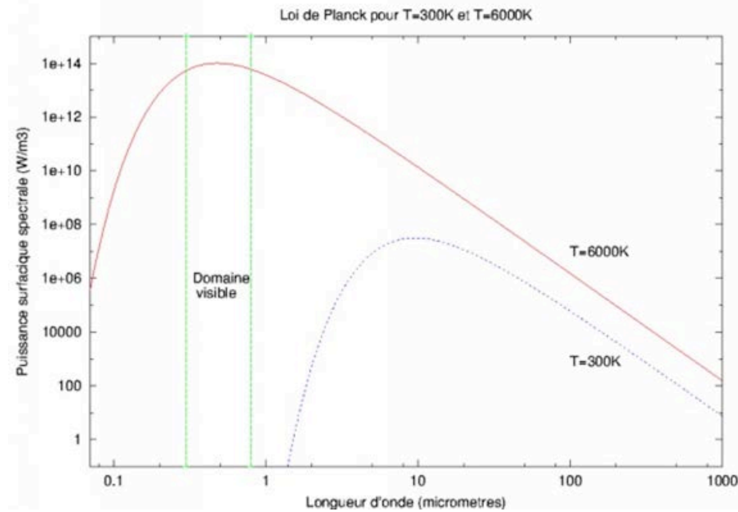


Figure 2 : Distribution de la puissance surfacique en fonction de la longueur d'onde du flux émis par un corps considéré comme « corps noir » à la température de 300 K et 6000 K, selon la loi de Planck. (Source : Wikipédia)

Pour ces deux températures l'enveloppe est décalée en énergie, et d'intensité différente. À plus basse température, un corps émet moins, et à moindre énergie. Le Soleil émet essentiellement dans le visible - nos yeux se sont développés là où il y a le plus de stimuli électromagnétiques. Une partie non négligeable est dans l'UV et aussi dans l'infra-rouge. La Terre émet essentiellement dans l'infra-rouge. De la loi de Planck on peut déduire la loi de Wien, la longueur d'onde à laquelle le maximum de luminance est émis:

$$\lambda_{\max} = \frac{2.89810^{-3}}{T}$$

où l'unité de la longueur d'onde est en mètre et la température en kelvin. Pour le Soleil, cette longueur d'onde est dans le visible, vers le jaune. Pour un corps autour de 20°C, elle est effectivement dans l'infra-rouge.

On reproduit dans la *Figure 3* les enveloppes qui correspondent à la loi de Planck pour le Soleil et la Terre, elles sont maintenant normalisées à une même hauteur pour une meilleure visibilité. Cette

figure montre aussi le spectre de rayonnement émis par le soleil effectivement reçu à la surface de la Terre après avoir traversé l'atmosphère. De même, avec le rayonnement émis par la surface de la Terre, on montre le spectre du rayonnement provenant de la surface et qui a traversé l'atmosphère pour repartir dans l'espace. L'atmosphère est transparente à certaines longueurs d'onde et opaque à d'autres. Dans le spectre du Soleil et dans celui de la Terre, on observe des bandes d'absorption dans les spectres de rayonnements après transmission à travers l'atmosphère. Le rayonnement du Soleil transmis est environ 75 % du rayonnement reçu au dessus de l'atmosphère. Le rayonnement de la Terre transmis vers l'espace est entre 15 et 35 % du rayonnement émis par la surface.

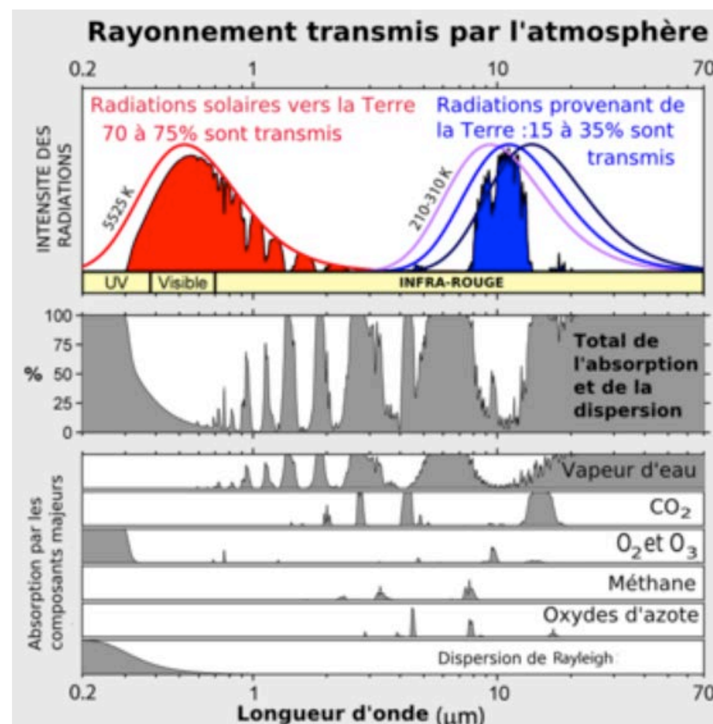


Figure 3 Haut : Les lignes continues correspondent aux densités spectrales théoriques émises par le Soleil (5525 K), et la Terre (autour de 290 K). En dessous de ces courbes, les surfaces pleines correspondent aux énergies qui traversent l'atmosphère. Milieu : total de l'absorption et de la dispersion en pourcentage du rayonnement incident. Bas : décomposition de la figure du milieu en fonction de la contribution à l'absorption et dispersion des principales molécules à effet de serre. (Source : Wikipédia).

À part dans la fenêtre atmosphérique à travers laquelle la Terre rayonne vers l'espace 40 $W.m^{-2}$, on voit que l'absorption est saturée dans l'infra-rouge, c'est à dire que la plupart du rayonnement infra-rouge émis depuis la surface est absorbée par l'atmosphère.

Quelle est l'origine de ces bandes d'absorption ? Ces molécules absorbent efficacement dans l'infra-rouge parce que leurs vibrations et leurs rotations ont des énergies spécifiques qui se situent dans l'infra-rouge, c'est un effet quantique. L'absorption d'un photon infra-rouge va par exemple augmenter la vibration de la molécule. Les collisions successives entre cette molécule et les autres particules de l'air vont contribuer à distribuer cette énergie absorbée et ainsi augmenter la température globale de l'air. Cependant, le gaz va inéluctablement réémettre dans l'infra-rouge puisque c'est un corps chaud et qu'il doit suivre la loi de Planck ! Il va donc se refroidir, puisque c'est le processus inverse. L'infra-rouge sera réabsorbé dans l'atmosphère, perpétuant le processus, ou bien sera réémis vers la surface de la Terre ce qui va la chauffer, ou encore vers l'espace si la molécule est suffisamment haute dans l'atmosphère et que les gaz y sont suffisamment raréfiés pour qu'il n'y ait plus de réabsorption. Cette partie du rayonnement qui s'échappe correspond à environ 195 $W.m^{-2}$ (*cf Figure 1*). Du fait de l'absorption des infra-rouges et de leur réémission dans l'atmosphère, la surface reçoit en retour une partie des infra-rouges qu'elle avait émit. La température d'équilibre sera donc plus haute que celle qu'elle n'aurait été sans la présence de gaz à effet de serre. Cela contribue donc à la température moyenne de 15 °C.

Pourquoi s'attendre à une augmentation de température avec l'augmentation de la concentration en CO_2, si tout le rayonnement émis par la surface dans ses bandes d'absorption est déjà absorbé dans l'atmosphère ? Historiquement il avait déjà été répondu à Arhennius qu'une augmentation de CO_2 ne ferait rien puisque les bandes d'absorption du CO_2 sont déjà saturées !

Deux raisons font que ce raisonnement est faux. D'abord, il existe en fait des modes faibles d'absorption dans la gamme thermique qui ne sont pas encore saturés aux concentrations actuelles. Ajouter plus de CO_2 va donc rendre ces modes plus efficaces à renvoyer plus d'infra-rouges vers la surface. L'autre raison est plus importante, cela se passe en haut de l'atmosphère, là où les températures sont basses, là où est émis vers l'espace le rayonnement infra-rouge qui équilibre le bilan énergétique. Si on augmente la quantité de gaz à effet de serre, des molécules se trouveront encore plus hautes dans l'atmosphère, elle absorberont les infra-rouges venant des couches inférieurs et les réémettront à leur tour, pour moitié vers l'espace, pour moitié vers la planète. Mais, si ces molécules sont de plus en plus hautes, elles sont également de plus en plus froides, car on sait bien que la température diminue avec l'altitude. Or, la loi de Planck agit encore ! Comme leurs températures seront plus froides, elles émettront moins efficacement les infra-rouges, et le flux énergétique sortant va diminuer. Ainsi, le flux diminue pendant une période de non équilibre, jusqu'au retour à

l'équilibre : la Terre ayant un flux solaire entrant constant va élever sa température, jusqu'à ce que ces dernières molécules émettrices atteignent de nouveau une température suffisante pour une émission d'infra-rouges qui va rééquilibrer le bilan avec le flux solaire entrant et stabiliser la température. Entre temps, la température de la surface de la Terre se sera élevée.

L'atmosphère fonctionne donc un peu comme le verre d'une serre. Il laisse passer une grande partie du rayonnement solaire qui éclaire et chauffe la surface de la Terre et confine la chaleur, ici le rayonnement thermique infra-rouge réémit par la surface de la Terre. Ajouter des gaz à effet de serre revient à se recouvrir d'une couverture plus épaisse. Sous la couverture la température augmente jusqu'à être suffisamment chaude pour émettre efficacement vers l'espace et équilibrer le bilan. Ce nouvel équilibre correspond à une température plus chaude en dessous la couverture, à la surface de la Terre.

Changements dans la composition de l'atmosphère.

L'eau, le gaz carbonique, le méthane… ces particules naturelles vaporisées dans l'atmosphère contribuent chacune au bilan de l'échange énergétique qui maintient le système Terre-Espace en équilibre thermique. L'eau est à l'origine de 72 % de l'effet de serre total. D'autres particules sont d'origine industrielle, des hydrocarbures halogénés comme le fréon ou les chlorofluorocarbures (CFC). Afin de comparer les effets de différents constituants, les climatologues utilisent le concept de forçage radiatif pour mesurer la propension à conserver sur Terre l'énergie radiative provenant du Soleil, ou à la renvoyer dans l'espace. Le forçage radiatif est défini en climatologie comme la différence entre l'énergie rayonnée vers la terre et l'énergie rayonnée vers l'espace avant que le climat n'ait réagit pour rééquilibrer le système. Cette différence est quantifiée au plus haut de l'atmosphère afin de bien rendre compte que les ondes émises vers l'espace ne seront pas réabsorbées. On parle de forçage pour indiquer que le composant tend à déstabiliser l'équilibre thermique vers un réchauffement pour un forçage positif, ou vers un refroidissement pour un forçage négatif. Le forçage radiatif peut provenir d'un changement de l'irradiance du soleil (selon les cycles du Soleil liés aux tâches solaires), ou des constituants de l'atmosphère : les nuages, les particules absorbantes pour lesquelles la *Figure 4* donne les principales composantes du forçage radiatif. Certains aérosols ont un forçage négatif quand ils réfléchissent les ondes visibles du Soleil vers l'espace, notamment en condensant autour d'eux des gouttes d'eau. La plus grande contribution à ce forçage radiatif provient de l'augmentation de la teneur de l'atmosphère en CO_2.

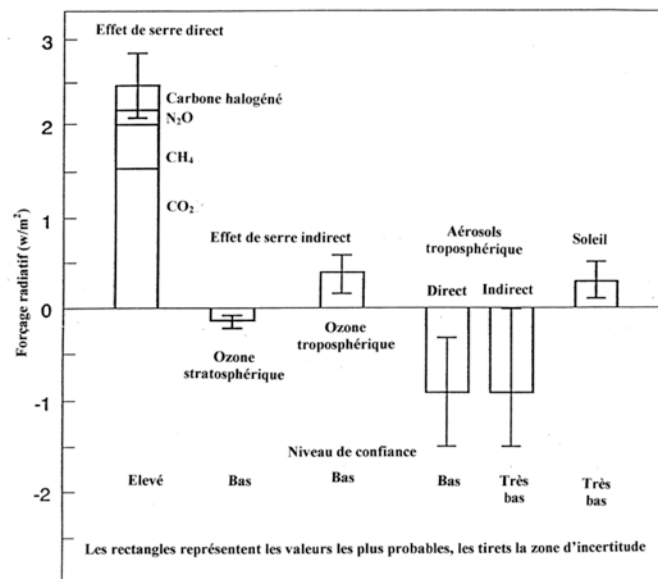


Figure 4 : Contributions au forçage radiatif. (Source : GIEC)

La composition atmosphérique varie depuis le début de l'activité industrielle avec une augmentation des gaz à effet de serre à grand forçage radiatif, le gaz carbonique (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O) et les hydrocarbures halogénés. Ces gaz s'accumulant dans l'atmosphère, leur concentration augmente dans le temps. La *Figure 5* montre l'augmentation récente de la concentration en CO_2 du fait de l'utilisation d'énergie fossile dans les transports, le chauffage, ou encore la construction (le ciment nécessite beaucoup de chaleur). En 2011, ces activités ont représenté un rejet de 34 milliards de tonnes. La déforestation également rejette du CO_2 et diminue son stockage par les plantes.

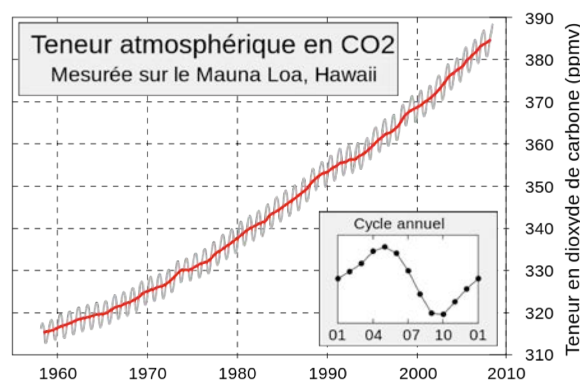


Figure 5 : Variations de la concentration en CO_2 (courbe oscillante) et sa moyenne annuelle. (encadré) Variation sur une année. (Source : Observatoire Mona Loa)

La concentration de méthane augmente du fait de l’agriculture et d’un réseau de distribution de gaz naturel souvent partiellement défectueux. Le méthane est aussi diffusé de manière naturelle par les matières en décomposition, les marais. Les oxydes nitreux sont émis par les engrais utilisés par l’agriculture intensive et par la combustion des énergies fossiles. La vapeur d’eau est le plus abondant et le plus important gaz à effet de serre. L’activité humaine n’a que très peu d’influence sur la quantité de vapeur d’eau atmosphérique. Cependant elle pourrait contribuer indirectement à en augmenter la concentration par une augmentation de la température. Une atmosphère plus chaude contient plus de vapeur d’eau, par exemple par évaporation de l’eau des océans. Par ailleurs, le méthane est partiellement détruit dans la stratosphère produisant un peu de vapeur d’eau.

L’ozone est un gaz à effet de serre qui est continuellement produit et détruit dans l’atmosphère par des réactions chimiques. Dans la *troposphère** les activités humaines ont augmenté la quantité d’ozone à cause des rejets de monoxyde de carbone, d’hydrocarbones, et d’oxyde nitreux, qui réagissent pour donner de l’ozone. D’un autre côté, l’ozone contribue à absorber les UV avant qu’ils nous atteignent.

Certains rejets sont à forçage négatif. C’est le cas des particules dues à la pollution qui réfléchissent la lumière. À noter que les irruptions volcaniques tendent à refroidir l’atmosphère car les particules fines participent à l’albédo. L’éruption du Pinatubo a provoqué une baisse de température moyenne d’un demi-degré pendant deux ans. Cependant, les scientifiques s’accordent pour conclure que la composition de l’atmosphère a significativement changé principalement du fait de l’activité humaine.

Les changements climatiques

Dans son rapport 2013 dédié aux décideurs, le GIEC déclare que :

> « *Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires. L’atmosphère et l’océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, et le niveau des mers s’est élevé.* »

Les paléoclimatologues ont dressé des tableaux des températures et de la composition de l’atmosphère sur des millions d’années, récoltant pollens et restes d’insectes ou d’animaux, analysant les sédiments océaniques et les glaciers. L’ensemble de ces données fournit une vision globale de la variabilité et des changements à long terme de l’atmosphère, de l’océan, de la cryosphère (banquise, glaciers, sols gelés) et de la surface des terres émergées. Les

observations actuelles sur le climat sont basées sur des mesures directes, ou sur la télédétection par des satellites. Ces données sont analysées et archivées. Les observations à l'échelle du globe ont débuté vers le milieu du XIX^{e} siècle pour les températures. Depuis les années 1950, les données sont devenues plus précises, et plus diversifiées. Les trois dernières décennies ont été successivement plus chaudes à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850 (*cf Figure 6*). Il est également « probable » que les années 1983 à 2012 soient la période de 30 ans la plus chaude qu'ait connue l'hémisphère Nord depuis 1 400 ans.

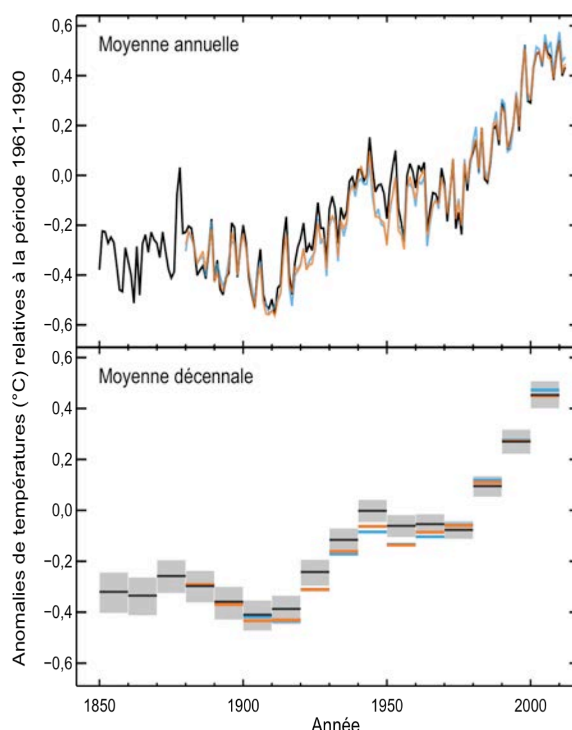


Figure 6 Anomalies observées des températures moyennes en surface, combinant les terres émergées et les océans, de 1850 à 2012. Les différentes teintes de gris correspondent à différents endroits. (Source GIEC)

Au cours des deux dernières décennies, la masse des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique a diminué, les glaciers de presque toutes les régions du globe ont continué à se réduire et l'étendue de la banquise arctique et celle du manteau neigeux de l'hémisphère Nord au printemps ont continué à diminuer (« *degré de confiance élevé* »).

Le réchauffement océanique constitue l'essentiel de l'augmentation de la quantité d'énergie emmagasinée et représente plus de 90 % de l'énergie accumulée entre 1971 et 2010 (« *degré de confiance élevé* »). Il est quasiment certain que l'océan superficiel (jusqu'à 700 m de profondeur) s'est réchauffé entre 1971 et 2010, et ce dernier s'est probablement réchauffé

entre les années 1870 et 1971. Il est « très probable » que les régions à salinité élevée (où l'évaporation domine le bilan d'eau en surface) sont devenues plus salées, tandis que les régions à faible salinité (où les précipitations dominent) sont devenues moins salées depuis les années 1950. Ces tendances régionales de la salinité océanique suggèrent des changements d'évaporation et de précipitations sur les océans (« *degré de confiance moyen* »).

Depuis le milieu du XIX[e] siècle, le rythme d'élévation du niveau moyen des mers est supérieur au rythme moyen des deux derniers millénaires (« *degré de confiance élevé* »). Entre 1901 et 2010, le niveau moyen des mers à l'échelle du globe s'est élevé de 0,19 m [de 0,17 à 0,21 m] (*cf Figure 7*).

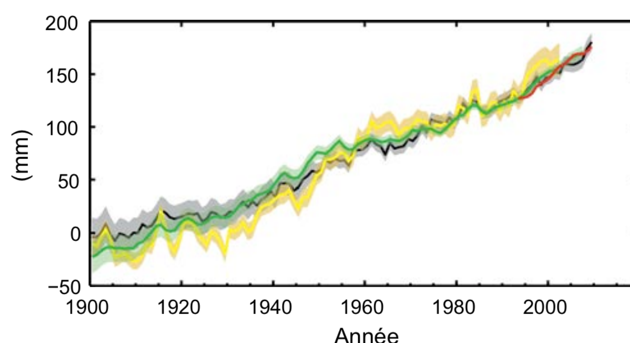


Figure 7 : Évolution du niveau moyen des mers. Les différentes teintes de gris correspondent à différents endroits. (Source : GIEC)

Conclusion et projections

Les experts du GIEC fondent leur compréhension des changements récents concernant le système climatique à la fois sur les observations, l'étude des processus de rétroaction et les simulations par des modèles. Pour évaluer la capacité des modèles climatiques à simuler les changements récents, il faut prendre en compte l'état de toutes les composantes modélisées du système climatique au début de la simulation ainsi que les forçages naturels et anthropiques utilisés pour effectuer cette simulation. Par comparaison au rapport de 2007, des observations plus détaillées sur des durées plus longues et l'amélioration des modèles climatiques permettent désormais d'attribuer les changements détectés à l'influence de l'homme dans un plus grand nombre de composantes du système climatique. Ces experts déclarent :

> *« L'influence de l'homme sur le système climatique est clairement établie, et ce, sur la base des données concernant l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, le forçage radiatif positif, le réchauffement observé et la compréhension du système climatique. »*

Le cumul des émissions de CO_2 détermine dans une large mesure la moyenne mondiale du réchauffement en surface vers la fin du XXI^{e} siècle et au-delà. La plupart des caractéristiques du changement climatique persisteront pendant de nombreux siècles, même si les émissions de CO_2 sont arrêtées. L'inertie du changement climatique est considérable. Seul 1 % de la chaleur introduite dans la machine climatique par les gaz à effet de serre anthropiques est en effet converti en réchauffement de l'atmosphère, quand 99 % contribuent à celui des océans, des terres émergées, à la fonte des glaces, *etc*.

En Janvier 2014, la Commission européenne a proposé que les vingt-huit Etats membres se fixent pour objectif de réduire de 40 % leurs émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2030 par rapport à 1990. Le débat a opposé, d'un côté, le commissaire à l'énergie et le commissaire à l'industrie, partisans d'un effort limité à 35 % au nom de la défense de la compétitivité européenne, et de l'autre le commissaire au climat. La réduction de 40 % des émissions de gaz à effet de serre doit permettre à l'Union Européenne de rester sur une trajectoire compatible avec son engagement de réduire ses émissions de 80 % à 95 % d'ici à 2050. Cet effort correspond aux recommandations des scientifiques du GIEC pour contenir la hausse moyenne des températures en deçà de 2 °C au niveau mondial d'ici à la fin du siècle. Actuellement l'UE est responsable de 11 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Fin 2012, l'Europe avait réduit ses émissions de 18 % par rapport à 1990.

Lexique

Albédo : rapport de l'énergie solaire réfléchie par une surface à l'énergie solaire incidente sur cette surface.

Anthropique : d'origine humaine.

Irradiance : puissance d'un rayonnement électromagnétique par unité de surface.

Luminance : flux énergétique par unité de surface, par unité de longueur d'onde, dans un cône d'angle unité.

Troposhère : partie la plus basse de l'atmosphère, entre 8 et 15 km, représentant 80 % de la masse de l'atmosphère.

Références

"Composition atmosphérique et bilan radiatif" Jean Poitou, Reflets de Physique, Mars 2013.

GIEC, 2013: Résumé à l’intention des décideurs, ***Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques.*** *Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d’évaluation du Groupe d’experts intergouvernementalsur l’évolution du climat* [sous la direction de Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung,A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (État de New York), États-Unis d’Amérique.